



ABSTRACT / ZUSAMMENFASSUNG / ABREGE

02077922.9

An improved method of permanently marking the location of a tubular joint comprises creating a cavity (3) into the end surface of one of the tubular ends (1,2) that are to be forge welded together, inserting a marker (4) into said cavity and subsequently forge welding the tubular ends together.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-141705

(P2001-141705A)

(43)公開日 平成13年5月25日(2001.5.25)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 N 29/10

識別記号  
5 0 5

F I  
G 0 1 N 29/10

テ-マコ-ト<sup>®</sup>(参考)  
5 0 5 2 G 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願平11-321648

(22)出願日 平成11年11月11日(1999.11.11)

(71)出願人 000180368

四国電力株式会社

香川県高松市丸の内2番5号

(71)出願人 000144991

株式会社四国総合研究所

香川県高松市屋島西町2109番地8

(72)発明者 野口 新二

香川県高松市屋島西町2109番地8 株式会  
社四国総合研究所内

(74)代理人 100082670

弁理士 西脇 民雄

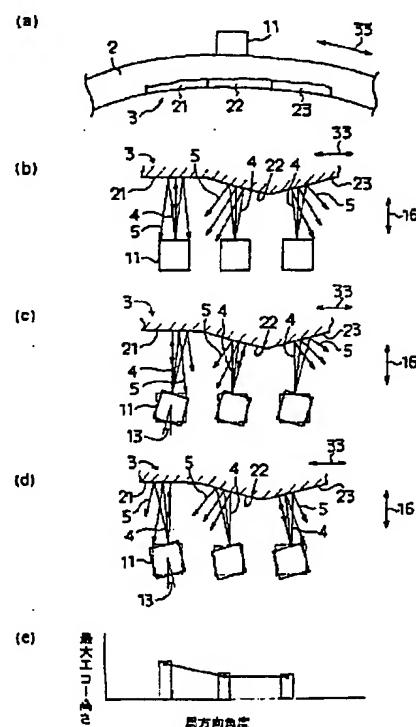
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 配管溶接継手の超音波探傷方法

(57)【要約】

【課題】 配管2の内面に発生する微小な割れ3を精度  
良く計測することができるようとする。

【解決手段】 集束型超音波探触子11を配管2外面の  
溶接継手から管軸方向16へ所要の距離を有した基点位  
置に配置し、集束型超音波探触子11を円周方向33へ  
1°～5°の微小ピッチずつ位置を移動しつつ全周に亘  
り走査させ、溶接継手12に対し管軸方向16から超音  
波4を入射することにより得られた反射波5と、溶接継  
手12に対し管軸方向16から5°～15°傾斜させて  
超音波4を入射することにより得られた反射波5と、溶  
接継手12に対し管軸方向16から-5°～-15°傾  
斜させて超音波4を入射することにより得られた反射波  
5との3種類の反射波5を計測し、同一の到達位置から  
の上記3種類の反射波5のうちの最大値を採用して割れ  
3の形状を推定するようにしている。



BEST AVAILABLE COPY

実の割れうから安定した反射音圧を得ることが難しいなどの問題があり、広くは用いられなかった。

【0006】そこで、本発明の目的は、上記の問題点を解消し、配管の内面に発生する微小な割れを精度良く計測することのできる配管溶接維手の超音波探傷方法を提供することにある。

〔0007〕

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載された発明では、配管の円周方向へ延びる溶接継手に対し、溶接継手に沿って円周方向へ位置を移動しつつ配管の外面側から超音波を入射して割れからの反射波を検知し割れを計測する配管溶接継手の超音波探傷方法において、溶接継手近傍の割れが推測される位置と超音波の入射角とに基づき溶接継手に対し超音波探触子を置くべき基点までの距離を定め、超音波の発散角が狭い集束型超音波探触子を配管外面の溶接継手から管軸方向へ上記距離を有した基点位置に配置し、前記集束型超音波探触子を円周方向へ $1^{\circ}$ ～ $5^{\circ}$ の微小ピッチずつ位置を移動しつつ全周に亘り走査させ、溶接継手に対し管軸方向から超音波を入射することにより得られた反射波と、溶接継手に対し管軸方向から $5^{\circ}$ ～ $15^{\circ}$ 傾斜させて超音波を入射することにより得られた反射波と、溶接継手に対し管軸方向から $-5^{\circ}$ ～ $-15^{\circ}$ 傾斜させて超音波を入射することにより得られた反射波との3種類の反射波を計測し、同一の到達位置からの上記3種類の反射波のうちの最大値を採用して割れの形状を推定することを特徴としている。

【0008】このように構成された請求項1にかかる発明によれば、集束型超音波探触子を用いることにより、割れから高い反射音圧が得られるので、信号とノイズとを確実に判別して微小な割れを検知することができるようになる。

【0009】集束型超音波探触子を円周方向へ1°～5°の微小ビッチずつ位置を移動しつつ全周に亘り走査されることにより、全周を漏れなく計測することが可能となる。

【0010】超音波を管軸方向から入射した反射波と、管軸方向から $5^\circ$ ～ $15^\circ$ 傾斜させて入射した反射波と、管軸方向から $-5^\circ$ ～ $-15^\circ$ 傾斜させて入射した反射波との3種類の反射波のうちの最大値を採用することにより、ジグザグ状を呈している現実の割れから安定した反射音圧を得ることができるようになる。

【0011】以上により、配管の内面に発生する微小な割れを確実且つ精度良く計測することが可能となる。

【0012】請求項2に記載された発明では、配管の管軸方向へ延びる溶接継手に対し、溶接継手に沿って管軸方向へ位置を移動しつつ配管の外面側から超音波を入射して割れからの反射波を検知し割れを計測する配管溶接継手の超音波探傷方法において、溶接継手近傍の割れが推測される位置と超音波の入射角とに基づき溶接継手に

対し超音波探触子を置くべき基点までの距離を定め、超音波の発散角が狭い集束型超音波探触子を配管外面の溶接継手から円周方向へ上記距離を有した基点位置に配置し、前記集束型超音波探触子を管軸方向へ所要のピッチずつ位置を移動しつつ溶接継手の全長に亘り走査させ、溶接継手に対し円周方向から超音波を入射することにより得られた反射波と、溶接継手に対し円周方向から $5^\circ$ ～ $15^\circ$ 傾斜させて超音波を入射することにより得られた反射波と、溶接継手に対し円周方向から $-5^\circ$ ～ $-15^\circ$ 傾斜させて超音波を入射することにより得られた反射波との3種類の反射波を計測し、同一の到達位置からの上記3種類の反射波のうちの最大値を採用して割れの形状を推定することを特徴としている。

【0013】このように構成された請求項2にかかる発明によれば、集束型超音波探触子を用いることにより、割れから高い反射音圧が得られるので、信号とノイズとを確実に判別して微小な割れを検知することができるようになる。

【0014】集束型超音波探触子を管軸方向へ所要のピッチずつ位置を移動しつつ溶接継手の全長に亘り走査させることにより、溶接継手の全長を漏れなく計測することが可能となる。

【0015】超音波を円周方向から入射した反射波と、円周方向から $5^\circ$ ～ $15^\circ$ 傾斜させて入射した反射波と、円周方向から $-5^\circ$ ～ $-15^\circ$ 傾斜させて入射した反射波との3種類の反射波のうちの最大値を採用することにより、ジグザグ状を呈している現実の割れから安定した反射音圧を得ることができるようになる。

【0016】以上により、配管の内面に発生する微小な割れを確実且つ精度良く計測することが可能となる。

【0017】請求項3に記載された発明では、前記基点位置に対し管厚の0.1～0.3倍の距離だけ溶接維手に近付けた位置と、前記基点位置に対し管厚の0.1～0.3倍の距離だけ溶接維手に遠ざけた位置とを新たな基点位置として上記請求項1または請求項2の操作を行い、必要に応じて更に、最初の基点位置に対し管厚の0.4～0.6倍の距離だけ溶接維手に近付けた位置と、最初の基点位置に対し管厚の0.4～0.6倍の距離だけ溶接維手に遠ざけた位置とを新たな基点位置として上記請求項1または請求項2の操作を行い、同一の位置から得られた3種類または5種類の反射波のうちの最大値を採用して割れの形状を推定することを特徴としている。

【0018】このように構成された請求項3にかかる発明によれば、基点位置を管軸方向へ変えて上記請求項1または請求項2の操作を行うことにより、管厚相当の範囲に対し、計測を行うことが可能となる。よって、溶接線に近付いたり遠ざかったりする、いわゆる位置の揺らぎがある現実の割れを漏れなく計測することが可能となる。

信号を送って集束型超音波探触子11を傾斜させる。【0035】そして、音圧信号ピーク値A-D変換部が、同一位置についての反射波5のうちの最大値を求める。更に、記録部が反射波5の音圧信号と集束型超音波探触子11の傾斜角13とを記録し、プロット部がこれをプロットする。

【0036】このように、集束型超音波探触子11を用いることにより、割れ3から高い反射音圧が得られるので、信号とノイズとを確実に判別して微小な割れ3を検知することができるようになる。

【0037】集束型超音波探触子11を円周方向33へ1°～5°の微小ピッチずつ位置を移動しつつ全周に亘り走査させることにより、全周を漏れなく計測することが可能となる。

【0038】超音波4を管軸方向16から入射した反射波5と、管軸方向16から5°～15°傾斜させて入射した反射波5と、管軸方向16から-5°～-15°傾斜させて入射した反射波5との3種類の反射波5のうちの最大値を採用することにより、多数の凹凸面を有してジグザグ状を呈している現実の割れ3から安定した反射音圧を得ることができるようになる。

【0039】即ち、現実の割れ3は、図1に示すように、直径1mm～5mmの小平面21～23の集合体となっており、約半数は、溶接継手12に対し10°以上の傾きを有しているが、そのほとんどは20°以内の傾きとなっているので、超音波4を管軸方向16から±5°～±15°傾斜させて入射させることにより、ほとんどの割れ3を計測することが可能となる。なお、図4に示すように、超音波4を傾斜させずに入射させるのみであると、10°以上の傾きを有する割れ3から十分な反射音圧を得ることができない。

【0040】以上により、配管2の内面に発生する微小な割れ3を確実且つ精度良く計測することが可能となる。

【0041】また、基点位置14を、管厚の±0.1～±0.3倍、或いは更に、管厚の±0.4～±0.6倍管軸方向16へ変えて上記の操作を行うことにより、管厚相当の範囲に対し、計測を行うことが可能となる。よって、図5に示すように、溶接弱点部の軸方向のバラツキに依存して溶接線（溶接継手12）に近付いたり遠ざかたりする、いわゆる位置の揺らぎ（イ＝ロ＝ハ＝ニ）がある現実の割れ3を漏れなく計測することが可能となる。なお、溶接弱点部とは、開先の溶け込み不足や、溶接止端部の突出や、溶接中に400°C～600°Cの温度域に長時間保たれたことにより生じた変質部などである。

【0042】なお、本発明の他の実施の形態として、配管2の管軸方向16へ延びる溶接継手12に対し、溶接継手12に沿って管軸方向16へ位置を移動しつつ配管2の外側から超音波4を入射して割れ3からの反射波

5を検知し割れ3を計測する場合に適用することが可能である。

【0043】この場合には、溶接継手12近傍の割れ3が推測される位置と超音波4の入射角とに基づき溶接継手12に対し超音波探触子1を置くべき基点位置14までの距離15を定め、超音波4の発散角が狭い集束型超音波探触子11を配管2外面の溶接継手12から円周方向33へ上記距離15を有した基点位置14に配置し、前記集束型超音波探触子11を管軸方向16へ微小ピッチ、例えば、1mm～2mmずつ位置を移動しつつ溶接継手12の全長に亘り走査させ、溶接継手12に対し円周方向33から超音波4を入射することにより得られた反射波5と、溶接継手12に対し円周方向33から5°～15°傾斜させて超音波4を入射することにより得られた反射波5と、溶接継手12に対し円周方向33から-5°～-15°傾斜させて超音波4を入射することにより得られた反射波5との3種類の反射波5のうちの最大値を採用して、割れ3と位置との関係をプロットすることにより、割れ3の形状を推定するようとする。

【0044】このように、配管2の管軸方向16へ延びる溶接継手12に対して適用した場合でも、集束型超音波探触子11を用いることにより、割れ3から高い反射音圧が得られるので、信号とノイズとを確実に判別して微小な割れ3を検知することができるようになる。

【0045】集束型超音波探触子11を管軸方向16へ微小ピッチずつ位置を移動しつつ溶接継手12の全長に亘り走査させることにより、溶接継手12の全長を漏れなく計測することが可能となる。

【0046】超音波4を円周方向33から入射した反射波5と、円周方向33から5°～15°傾斜させて入射した反射波5と、円周方向33から-5°～-15°傾斜させて入射した反射波5との3種類の反射波5のうちの最大値を採用することにより、ジグザグ状を呈している現実の割れ3から安定した反射音圧を得ることができようになる。

【0047】以上により、配管2の内面に発生する微小な割れ3を確実且つ精度良く計測することが可能となる。

【0048】

【実施例】以下に、本発明の実施例を説明する。

（実施例1）呼び径が20mm、耐圧が160キロの配管2の内面に深さが、それぞれ、0.5mm、1.0mm、1.5mm、2.0mm、2.5mm、3.0mm、幅が0.5mmのスリット状の人工欠陥を設け、配管2の外面に対し、入射角が70°、焦点直径が2mm、深さ方向表現の焦点距離が2mm～8mmの集束型超音波探触子11を押し当てて、配管2の円周上を1°おきに移動させ、上記スリットを狙って超音波4を送受信して、反射波5の音圧信号のピーク値を記録した。

【図7】実施例1の比較例にかかるスリット状人工欠陥からの反射波を示すグラフである。

【図8】実施例2にかかる典型的な応力腐食割れからの反射波を示すグラフである。

【図9】典型的な応力腐食割れの顕微鏡観察による形状を示すグラフである。

【図10】実施例2の比較例にかかる典型的な応力腐食割れからの反射波を示すグラフである。

【図11】実施例3にかかる微小な応力腐食割れからの反射波を示すグラフである。

【図12】微小な応力腐食割れの顕微鏡観察による形状を示すグラフである。

【図13】実施例3の比較例にかかる集束型超音波探触子を傾斜させない場合の微小な応力腐食割れからの反射波を示すグラフである。

【図14】実施例3の比較例にかかる標準的な超音波探触子を用いた場合の微小な応力腐食割れからの反射波を示すグラフである。

【図15】(a)は標準的な超音波探触子を用いて配管溶接継手の割れを計測している状態を示す従来例の部分拡大側方断面図、(b)は(a)の超音波と反射波の波形を示すグラフである。

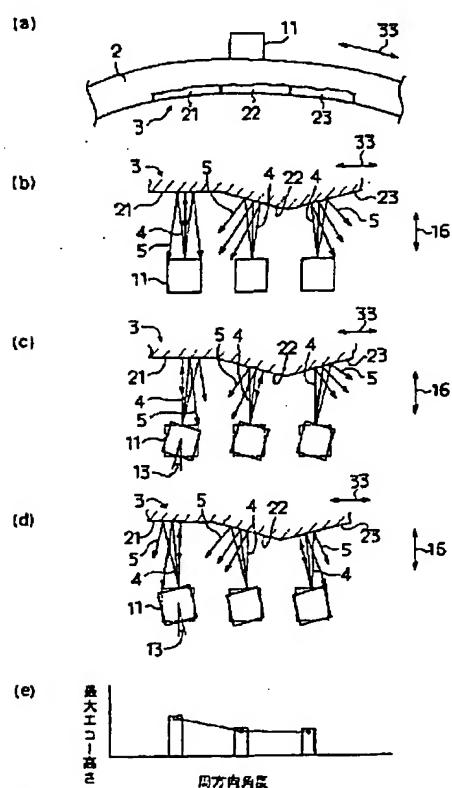
形を示すグラフである。

【図16】(a)は集束型の超音波探触子を用いて配管溶接継手の割れを計測している状態を示す従来例の部分拡大側方断面図、(b)は(a)の超音波と反射波の波形を示すグラフである。

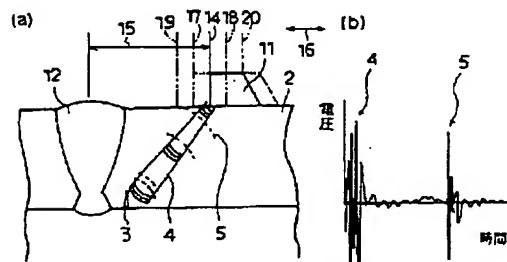
#### 【符号の説明】

- 2 配管
- 3 割れ
- 4 超音波
- 5 反射波
- 11 集束型超音波探触子
- 12 溶接継手
- 13 傾斜角
- 14 基点位置
- 15 距離
- 16 管軸方向
- 17 位置
- 18 位置
- 19 位置
- 20 位置
- 33 円周方向

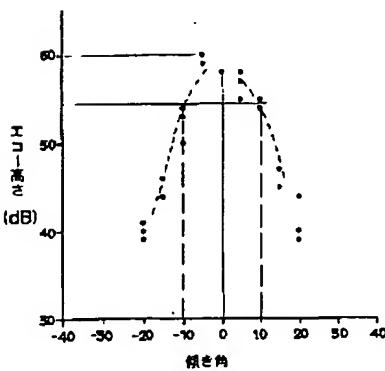
【図1】



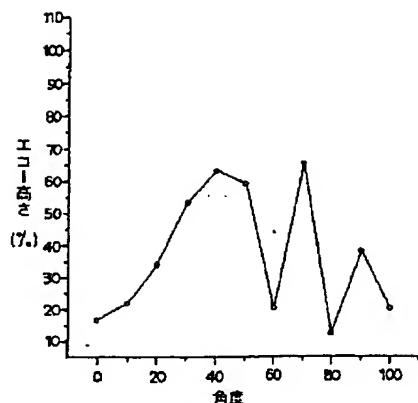
【図2】



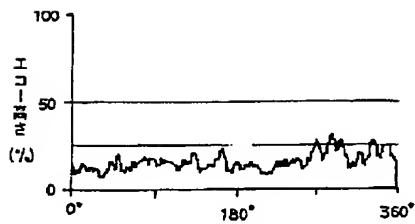
【図3】



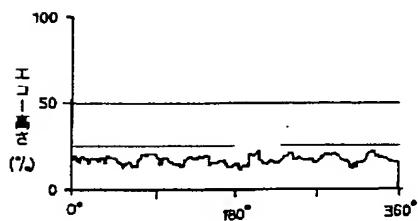
【図10】



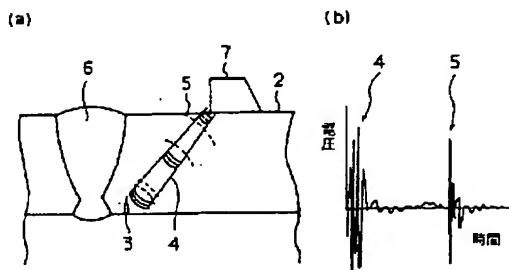
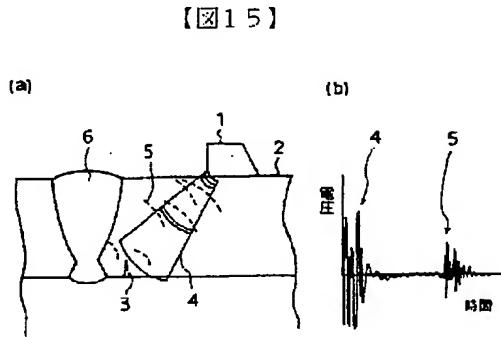
【図13】



【図14】



【図16】



フリントページの続き

(72)発明者 芝山 宗昭  
香川県高松市屋島西町2109番地8 株式会  
社四国総合研究所内

(72)発明者 岩田 正純  
香川県高松市屋島西町2109番地8 株式会  
社四国総合研究所内

F ターム(参考) 2G047 AA07 AB01 AB07 BA03 BB02  
BC07 BC10 BC11 DB17 EA10  
EA11 GB24 GF31 GG09 GG24

BEST AVAILABLE COPY